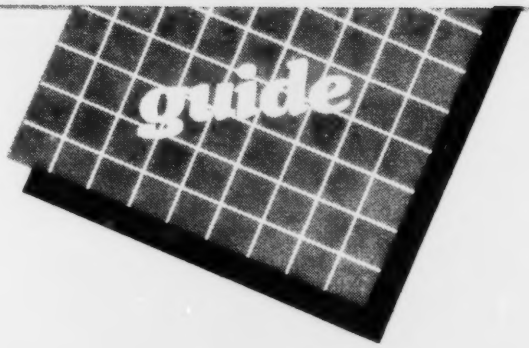

DÉTERMINATION DU NIVEAU D'ACIDITÉ DES EAUX FAIBLEMENT MINÉRALISÉES

par

Mario St-Pierre

POUR LE GROUPE DE TRAVAIL
SUR LES PRÉCIPITATIONS ACIDES

Septembre 1988

Québec

MINISTERE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PECHE

Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune

Direction régionale de la Côte-Nord

DETERMINATION DU NIVEAU D'ACIDITE DES EAUX FAIBLEMENT MINERALISEES

Document préparé par

Mario St-Pierre

Biologiste (M. Sc.)

POUR LE GROUPE DE TRAVAIL SUR LES PRECIPITATIONS ACIDES

Septembre 1988

90-01788/

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
2e Trimestre 1989
ISBN: 2-550-19918-9

AVANT-PROPOS

Ce document fait suite à celui produit par Cimon (1986) pour le GTPA. Il comporte cependant d'importantes modifications méthodologiques inspirées de récentes expériences dans la région de la Côte-Nord. Les directives et recommandations ont également été réaménagées afin de faciliter la compréhension de la démarche, parfois exigeante, de la mesure du pH.

Tout comme le document précité, celui-ci est un guide pratique réalisé à l'intention des biologistes et des techniciens(nes) du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche qui ont à effectuer des analyses d'eau sur le terrain. Nous avons réduit au minimum les considérations d'ordre théorique afin d'accorder une plus grande importance à l'aspect pratique rattaché à la détermination du niveau d'acidité des eaux.

Plusieurs membres du GTPA ont participé à la réalisation de ce document en révisant et commentant la première version. J'aimerais mentionner la contribution particulière de MM. François Girard, Paul-Emile Lafleur, Rénald Lefebvre et Michel Lemieux.

TABLE DES MATIERES

	Page
AVANT-PROPOS	III
TABLE DES MATIERES	V
1. INTRODUCTION	1
2. NOTIONS THEORIQUES	2
2.1 Définition du pH	2
2.2 Méthodes de mesure du pH	2
2.3 Effet de la température: équation de Nernst et ajustement de la vis de pente	3
2.4 Types d'électrodes	4
3. RECOMMANDATIONS ET DIRECTIVES GENERALES	5
3.1 Echantillons faiblement minéralisés	5
3.2 Traitement et transport des échantillons	6
3.3 Manipulation et soins des électrodes	7
3.4 Solutions tampons et calibration	9
3.5 Lecture du pH-mètre	9
4. MARCHE A SUIVRE POUR LA MESURE DU PH	10
4.1 Calibration de l'appareil	10
4.2 Mesure du pH de l'échantillon	11
5. CONCLUSION	12
LISTE DES REFERENCES	13
ANNEXE 1. Préparation de la solution d'acide fort dilué	
ANNEXE 2. Choix d'un appareil	

1. INTRODUCTION

La mesure du pH est une opération qui nécessite une attention particulière. En raison de l'instabilité des échantillons, le pH doit être mesuré le plus rapidement possible après le prélèvement. L'expédition des échantillons vers les laboratoires responsables des analyses doit donc se faire dans les plus brefs délais (en moins de 24 heures), et les échantillons doivent être conservés dans des conditions particulières (obscurité et température de 4°C) afin de préserver le plus possible leur intégrité. Lors des travaux sur le terrain, il est souvent difficile, parfois impossible, de respecter les conditions précitées. Par conséquent, particulièrement lors des travaux réalisés en régions éloignées, le pH devra être mesuré sur place.

Il n'y a pas de consensus à savoir laquelle, de la mesure du pH prise sur le terrain ou en laboratoire, reflète le mieux les conditions qui prévalent réellement dans le milieu. Certains considèrent que les mesures prises sur le terrain sont plus représentatives du milieu étant donné l'écart important que l'on peut observer entre les deux mesures, si les échantillons ne sont pas manipulés avec soin. D'autres estiment que l'erreur associée au transport des échantillons jusqu'au laboratoire est plus faible que celle imputable aux manipulateurs et au matériel utilisé.

Il est certainement possible de mesurer adéquatement le pH sur le terrain. Il faut cependant disposer d'un appareil portatif fiable et d'une électrode de bonne qualité, en plus de respecter la démarche appropriée. Il faut également tenir compte du fait que le degré de minéralisation de l'eau des lacs et rivières du Québec est généralement très faible.

La mesure du pH exige donc un minimum de précautions. Les quelques directives et recommandations qui suivent devraient cependant permettre d'obtenir des résultats fiables, même en dehors des conditions rigoureuses de laboratoire.

2. NOTIONS THEORIQUES

2.1 Définition du pH

Le pH, ou potentiel Hydrogène, est une mesure du degré d'acidité d'une solution à une température donnée.

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

où $[H^+]$ correspond à l'activité des ions hydrogène. Dans les eaux peu minéralisées (conductivité < 50 µmhos), l'activité des ions H^+ est sensiblement égale à la concentration de ces ions.

2.2 Méthodes de mesure du pH

Il existe différentes méthodes de mesure du pH:

. Papier pH: donne une approximation seulement et n'est donc d'aucune utilité dans le cadre d'études sur l'acidité des plans d'eau.

. Colorimétrie: n'est pas très juste: beaucoup d'interférences possibles à cause de la couleur de l'échantillon, la turbidité, la salinité, la présence de colloïdes, d'oxydants ou d'autres substances.

. Electrométrie: utilisation d'un pH-mètre et d'une électrode. Cette méthode, beaucoup plus juste et précise que les précédentes, consiste à mesurer la différence de potentiel existant entre une électrode dite à pH et une électrode de référence (généralement Ag/AgCl-KCl saturé) plongées dans une même solution. Cette méthode est pratiquement exempte d'interférences pour des pH < 10.

. Technique par résines: le dosage des ions hydrogène par résines échangeurs d'ions permet de reconstituer le pH d'une solution avec une grande précision. Cette méthode indirecte de détermination du pH doit toutefois être faite en laboratoire.

2.3 Effet de la température: équation de Nernst et ajustement de la vis de pente

Le pH-mètre est un appareil servant à mesurer un potentiel en millivolts (mV). Il est muni d'une échelle de lecture graduée de 1 à 14, et la différence entre chaque unité de pH sur l'appareil correspond à 59,2 mV à une température de 25°C.

L'équation de Nernst relie le potentiel mesuré par les électrodes à l'activité des ions hydrogène (H^+) présents dans la solution selon la relation suivante:

$$E = E_o + \frac{2,3\ RT}{F} \log_{10} \left[H^+\right]$$

E: Potentiel mesuré

E_o: Somme de tous les potentiels (potentiels de l'électrode de référence, de jonction et d'écoulement) dans la solution à mesurer

R: Constante des gaz (1987 cal . $degK^{-1}$. $mole^{-1}$)

T: Température absolue (degrés Kelvin)

F: Constante de Faraday (23 060 cal . V^{-1} . $équivalent^{-1}$)

E: E_o + 59,2 mV $\log_{10} \left[H^+\right]$, à 25°C

La variation de potentiel est égale à 59,2 mV par décade de concentration (1 unité de pH), à 25°C. A 0°C, elle est d'environ 54 mV et à 100°C, 75 mV.

L'ajustement fait à l'aide de la vis de pente va permettre de calibrer la pente de l'électrode, c'est-à-dire que l'on va ramener la différence entre chaque unité de pH à 59,2 mV, et ce, après que le bouton de contrôle de la température soit fixé à celle des solutions.

2.4 Types d'électrodes

a) simples

- . électrode à pH
- . électrode de référence

b) combinée

L'électrode combinée offre certains avantages sur le terrain étant plus pratique lors des manipulations et permettant de limiter la taille de l'échantillon prélevé.

L'électrode elle-même peut être:

1. avec corps en polymère standard, solution interne liquide ou gélifiée;
2. avec corps en verre.

Les électrodes avec gel ont un temps de réponse plus long que les électrodes avec liquide. Celles en verre sont plus fragiles et doivent être manipulées avec grand soin. Toutefois, à l'usage, celles-ci s'avèrent généralement plus fiables que celles en polymère.

3. RECOMMANDATIONS ET DIRECTIVES GENERALES

3.1 Echantillons faiblement minéralisés

Les électrodes conventionnelles sont conçues pour être utilisées dans des solutions hautement minéralisées et leur réponse sera plus lente et parfois aléatoire lorsque la conductivité des échantillons est trop faible. Certaines électrodes fonctionnent mieux que d'autres, même si elles sont de même marque et modèle.

Afin de contourner ce problème, il est souhaitable de vérifier la réaction de l'électrode et la calibration du pH-mètre avec une solution d'acide fort dilué, dont la minéralisation se rapproche de celle des échantillons. La préparation d'une solution de pH 3,98 est décrite à l'annexe 1.

Si la valeur de pH indiquée par l'appareil diffère beaucoup de 3,98 (plusieurs dixièmes d'unités), malgré la calibration effectuée à l'aide des tampons commerciaux, cela signifie que l'électrode est inapte à mesurer le pH des eaux faiblement minéralisées. Une telle électrode ne devrait pas être utilisée. Par contre, si la différence est minime (< 0,05), il suffit de réajuster l'appareil.

Il est également possible de calibrer le pH-mètre avec des solutions tampons moins concentrées, dont le degré de minéralisation se rapproche plus de celui de l'échantillon d'eau. La compagnie Orion Research inc. fabrique ce type de tampon.

Enfin, une autre façon de compenser la faible minéralisation de l'eau est d'ajouter un sel neutre à l'échantillon. Les solutions à utiliser sont du KCl ou du NaCl 1,0 M, à une concentration de 1%. La compagnie Orion distribue aussi un produit prêt à utiliser, appelé pHiX. Il peut être acheté avec les tampons peu minéralisés mentionnés ci-dessus, dans un ensemble, ou séparément.

L'ajout d'un sel neutre à un échantillon d'eau augmente généralement la vitesse de réaction d'une électrode et élimine pratiquement la possibilité d'une réaction aléatoire. Cependant, il a été démontré que cette méthode abaisse le pH d'environ 0,05 à 0,1 unité (St-Pierre 1988), malgré que la compagnie Orion parle d'une variation quasi nulle. Ce léger biais peut devenir négligeable si l'on considère la faible précision souvent obtenue lors de la mesure du pH.

Il est fortement recommandé d'utiliser l'une ou l'autre de ces méthodes pour mesurer le pH des eaux peu minéralisées comme l'eau de pluie ou celle des lacs et rivières du bouclier canadien. D'importantes erreurs de mesure pourront éventuellement être évitées. L'utilisation d'un acide fort dilué (pH 3,98) est plus délicate en dehors d'un laboratoire en raison de son instabilité et de sa préparation nécessitant un certain matériel. Cependant, les solutions tampons commerciales moins concentrées (Orion) sont faciles à utiliser. Enfin, l'ajout de sel neutre est également facile et même s'il n'est pas utilisé de façon systématique, une vérification régulière sur quelques échantillons permettra de valider les mesures effectuées.

3.2 Traitement et transport des échantillons

Lorsque le pH des échantillons n'est pas mesuré immédiatement après le prélèvement, il faut prendre certaines précautions afin d'éviter qu'ils soient altérés. Il faut particulièrement éviter les échanges avec le CO_2 atmosphérique et inhiber l'activité biologique.

Pour cela, il est conseillé d'utiliser des bouteilles de polyéthylène ou de polypropylène propres et bien rincées avec l'eau de l'échantillon. Celles-ci doivent être remplies à ras-bord et bien fermées. On doit ensuite les conserver à l'obscurité, à une température de 4°C et procéder à l'analyse le plus rapidement possible (en moins de 24 heures).

La température idéale pour la mesure du pH est celle de la pièce, soit environ 20°C. Et ce, pour trois raisons. Premièrement, la réaction de l'électrode est habituellement plus rapide à 20°C qu'à une température plus froide. Deuxièmement, cela évite les variations de température durant les manipulations survenant lorsqu'un échantillon froid se réchauffe (la mesure de l'alcalinité en laboratoire, qui nécessite des mesures de pH fréquentes et une agitation de l'échantillon, est d'autant plus soumise à cette condition). Enfin, il est plus facile et rapide de mesurer le pH d'une série d'échantillons dont la température est la même, puisque cela évite d'avoir à mesurer la température de chaque échantillon et ajuster le pH-mètre à chaque occasion.

Lorsque la mesure de pH est effectuée peu après le prélèvement, il est parfois inutile de refroidir un échantillon à 4°C pour ensuite le réchauffer immédiatement à 20°C. Il faut tenir compte de ce facteur pour le traitement des échantillons. De toute façon, il faut habituellement plusieurs heures pour refroidir des bouteilles d'eau dans une glacière.

3.3 Manipulation et soins des électrodes

Les problèmes rencontrés lors de la mesure du pH sont très souvent imputables à une électrode défectueuse ou mal entretenue. Il est recommandé d'utiliser une électrode combinée car elle est plus compacte que les électrodes simples.

Afin de garder l'électrode active entre les utilisations, il faut la conserver dans une solution de KCl ou, plus simplement, dans une solution tampon commerciale de pH 4,0 utilisée pour la calibration de l'appareil. Cela permet de conserver la membrane de l'électrode humide, diminue le temps de réponse et évite une trop forte cristallisation de la solution de KCl. Si l'électrode a été gardée à sec, il est nécessaire de la réactiver au moins une nuit dans une solution

tampon de pH 4,0 avant de l'utiliser à nouveau. Lors de l'entreposage, il est important de boucher l'orifice de remplissage de l'électrode afin d'éviter l'évaporation des solutions.

Avant l'utilisation, il faut s'assurer que le niveau d'électrolyte dans l'électrode est suffisant. Le niveau de KCl liquide doit se situer à quelques mm en-dessous de l'orifice de remplissage de l'électrode. Il est donc préférable d'acheter des électrodes non scellées afin de pouvoir, au besoin, ajouter du liquide. Il se peut qu'il y ait une certaine portion du KCl cristallisée dans les électrodes utilisant une solution saturée. Lors d'une mesure de pH, il faut déboucher l'orifice de remplissage pour permettre une libre circulation des ions à la jonction liquide.

Pour se débarrasser des bulles d'air dans l'électrode, il suffit tout simplement d'agiter celle-ci comme on le ferait avec un thermomètre. Finalement, s'il y a des dépôts sur l'électrode, on peut s'en débarrasser en faisant tremper celle-ci toute une nuit dans une solution d'acide chlorydrique 0,1 N. Rincer par la suite l'électrode à l'eau chaude et la mettre deux à trois heures dans un tampon de pH 4,0 afin de la réactiver.

A chaque fois que l'électrode est plongée dans une nouvelle solution, elle doit avoir préalablement été abondamment rincée à l'eau distillée ou déminéralisée. L'excès d'eau peut ensuite être enlevé en épongeant délicatement l'électrode avec un papier doux du genre "Kim Wipes". On peut également rincer l'électrode avec la solution dans laquelle elle sera plongée.

Enfin, lors des lectures de pH, l'électrode ne doit pas être en contact avec les parois du contenant et l'orifice de remplissage doit se situer au-dessus de la solution à mesurer.

La durée de vie d'une électrode bien entretenue peut facilement atteindre quatre à cinq ans.

3.4 Solutions tampons et calibration

Avant d'utiliser une solution tampon commerciale, il faut vérifier la date d'expiration du produit. Il est également bon de vérifier la qualité d'un nouveau produit par rapport à celui utilisé précédemment.

Lors de la calibration du pH-mètre, il est préférable d'utiliser des solutions tampons dont la température est la même que celles des échantillons à mesurer. Cependant, quelle que soit la température, il faut tenir compte des tables fournies par le fabricant qui apparaissent habituellement au dos des bouteilles. En effet, le pH des tampons commerciaux varie en fonction de leur température.

La calibration de l'appareil doit être effectuée avant chaque série de mesures, surtout s'il est transporté et si l'électrode est débranchée. Les solutions tampons doivent être changées régulièrement afin d'éviter leur contamination, particulièrement si l'on utilise des solutions peu concentrées.

3.5 Lecture du pH-mètre

Avant d'analyser un échantillon, il est utile de l'homogénéiser en agitant lentement le contenant bien fermé.

Afin d'éviter les échanges gazeux entre l'échantillon et l'atmosphère durant la mesure du pH, il est recommandé d'utiliser un contenant dont l'ouverture est étroite et/ou de le recouvrir d'une pellicule de type "parafilm" qui entoure l'électrode.

Lors de la lecture, l'agitation de l'électrode dans la solution à analyser active les échanges entre la solution et l'électrode. L'électrode, ou le contenant, doit toutefois être agité doucement afin d'éviter la mise en solution du CO_2 atmosphérique. L'agitation induit

cependant un potentiel d'agitation dont l'amplitude dépend du type d'électrode utilisée et de la force ionique de la solution. On observe habituellement une baisse de pH à ce moment, de plusieurs dixièmes d'unités parfois, surtout avec une électrode combinée. Il faut donc cesser toute agitation lors de la lecture de pH, une fois les échanges complétés.

La lecture ne devrait pas être faite avant que la valeur ne se soit stabilisée pendant environ 30 secondes. Il ne faut toutefois pas attendre une stabilisation totale puisque des échanges ioniques avec l'électrode ou l'atmosphère risquent de modifier légèrement et constamment le pH de l'échantillon.

4. MARCHE A SUIVRE POUR LA MESURE DU PH

Avant d'utiliser l'électrode, il faut déboucher l'orifice de remplissage, vérifier le niveau d'électrolyte et s'assurer qu'il n'y ait pas de bulles d'air emprisonnées. Il faut également bien rincer l'électrode pour éliminer le liquide d'entreposage et l'essuyer délicatement.

4.1 Calibration de l'appareil

1. Mesurer la température des solutions tampons avec un thermomètre propre et ajuster le bouton de température du pH-mètre à cette valeur (s'il n'y a pas un mécanisme de compensation automatique).

2. Introduire l'électrode bien rincée dans la solution de pH = 7. Agiter manuellement pour activer les échanges, cesser d'agiter et attendre que la lecture se stabilise pendant environ 30 secondes.

3. Ajuster le bouton de calibration (U) au pH de la solution tampon (la valeur exacte dépend de la température et est indiquée au dos de la bouteille).

Il est recommandé de répéter les étapes 2 et 3 dans une nouvelle solution tampon de pH = 7 pour éviter une mauvaise calibration due à l'impureté de la première solution. Ne pas oublier de rincer l'électrode entre chaque solution.

4. Plonger l'électrode bien rincée dans une solution tampon de pH = 4. Agiter et attendre par la suite la stabilisation de la lecture.

5. Ajuster la vis de pente ("slope") à la valeur de la solution tampon (selon la température).

Répéter les étapes 4 et 5 dans une nouvelle solution.

6. Une fois la calibration de la pente effectuée à l'aide des tampons commerciaux, vérifier la calibration dans une solution d'acide fort de pH = 3,98 (voir annexe 1). Répéter cette étape dans des solutions différentes jusqu'à l'obtention de deux lectures successives identiques. Si le pH mesuré diffère de 3,98, il suffit de réajuster le pH-mètre à cette valeur à l'aide du bouton de calibration (et non celui de la pente). Une différence trop importante peut être causée par une électrode défectueuse.

4.2 Mesure du pH de l'échantillon

7. Homogénéiser l'échantillon. Mesurer sa température et ajuster le bouton de température de l'appareil.

8. Introduire l'électrode propre dans l'échantillon et effectuer la mesure comme précédemment.

Il est recommandé de répéter cette dernière étape dans un autre sous-échantillon provenant du même prélèvement initial jusqu'à l'obtention de deux lectures successives identiques.

9. C'est à ce moment qu'il peut s'avérer utile d'ajouter une solution de sel neutre pour augmenter la précision de la mesure. Il s'agit alors d'ajouter le NaCl ou le KCl 1,0 M, à raison de 1 ml par 100 ml de solution échantillon (1% en volume). Agiter l'électrode pour homogénéiser, laisser stabiliser et effectuer la lecture comme précédemment

5. CONCLUSION

La mesure du pH n'est pas une opération réellement complexe, mais nécessite tout de même une certaine rigueur lors des manipulations. Comme les mesures sur le terrain sont souvent préférables, il faut s'assurer que le choix du matériel utilisé, plus particulièrement celui de l'électrode, n'est pas fait uniquement en fonction de la solidité de construction, mais aussi en fonction de la précision souhaitée.

En utilisant du matériel de bonne qualité et bien entretenu, et en respectant toutes les étapes requises, il est possible d'obtenir une précision de l'ordre de 0,1 à 0,2 d'unité de pH (St-Pierre 1988). Cette précision est généralement suffisante pour les diagnoses réalisées par les biologistes et techniciens(nes) du MLCP.

LISTE DES REFERENCES

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1976. Standard methods for the examination of water and wastewater. 14th ed., Washington, p. 460-465.

BOBEE, B., Y. GRIMARD, M. LACHANCE et A. TESSIER. 1982. Nature et étendue de l'acidification des lacs du Québec. Ministère de l'Environnement du Québec, Service de la qualité des eaux, annexe C.

BOYLE, P.F., J. W. ROSS, J.C. SYNNOTT et C.L. JAMES. 1986. A simple method to measure pH accurately in acid rain samples. Impact of acid rain and deposition on aquatic biological systems. ASTM STP 928, B.G. Isom, S.D. Dennis et J.M. Bates Eds, American Society for Testing and Materials, Philadelphie, p. 98-106.

CIMON, A. 1986. Détermination du niveau d'acidité des eaux faiblement minéralisées. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, Groupe de travail sur les précipitations acides.

GALLOWAY, J.N., B.J. COSBY et G.E. LIKENS. 1979. Acid precipitation: measurement of pH and acidity. Limnol. Oceanogr. 24(6): 1161-1165.

ST-PIERRE, M. 1988. Comparaison de mesures de pH obtenues à l'aide de divers appareils et méthodes. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Direction régionale de la Côte-Nord.

ANNEXE 1

PREPARATION DE LA SOLUTION D'ACIDE FORT DILUE

Pour les eaux peu minéralisées où la force ionique est très faible, comme dans les lacs et cours d'eau du Bouclier canadien, il est recommandé d'utiliser des solutions de référence préparées par dilution d'acides forts. Ces solutions étant peu tamponnées, elles se contaminent très facilement et doivent donc être remplacées fréquemment.

. Sulfate d'ammonium 1N

Dissoudre 66,07 grammes de $(NH_4)_2\ SO_4$ dans 800 ml d'eau déminéralisée et amener le volume à 1 litre.

. Acide nitrique 1N

Ajouter 64 ml d'acide nitrique concentré dans 800 ml d'eau déminéralisée et amener le volume à 1 litre.
Vérifier la normalité de l'acide par une titration acide-base.

Les solutions de sulfate d'ammonium 1N et d'acide nitrique 1N peuvent être achetées chez des compagnies distributrices de produits chimiques comme Anachemia (Montréal).

. Solution intermédiaire d'acides forts

Ajouter 10 ml de sulfate d'ammonium 1N et d'acide nitrique 1N dans 800 ml d'eau déminéralisée et amener le volume à 1 litre.
Cette solution est stable pour un an.

. Standard d'acide fort pH 3,98

Ajouter 10 ml de la solution intermédiaire d'acides forts dans 800 ml d'eau déminéralisée et amener le volume à 1 litre.
Si ce standard est utilisé convenablement, il est stable pour 1 mois.

ANNEXE 2

CHOIX D'UN APPAREIL

Parmi la multitude d'appareils disponibles sur le marché, il est difficile d'en recommander un modèle en particulier. Ce qui importe surtout est de s'assurer que l'appareil est conçu pour une utilisation hors laboratoire (sans nécessairement être "amphibie"). Il est également important de choisir un pH-mètre muni de boutons pour la température et l'ajustement de la pente, à moins qu'un mécanisme automatique ne soit prévu. Il ne faut pas non plus lésiner en ce qui a trait à l'achat d'une électrode de bonne qualité adaptée aux eaux peu minéralisées. Enfin, il est pratique de disposer d'un coffret de transport comprenant les contenants à solutions tampons et un support pour l'électrode.

Principales compagnies distributrices de pH-mètres

. BRINKMANN INSTRUMENTS DIVISION
SYBRON CANADA LIMITED
50 Galaxy blvd., Unit 1
Rexdale, Ontario
M9W 4Y5
Tél: (416) 675-7911

Agent à Montréal: Chantal Aubry, (514) 694-2016
(distributeur de METROHM)

. BDH CANADA LTEE
162, rue Barr
Ville St-Laurent (Québec)
H4T 1Y4

Représentante technique: Claudette Laneuville (1-800-361-6931)
(distributeur de RADIOMETER)

. FISHER SCIENTIFIC DIVISION D'ALLIED CANADA INC.
2480, Chemin Ste-Foy
Ste-Foy (Québec)
G1V 1T6
Tél: (418) 656-9962

. HYDROLAB CORPORATION
P.O. Box 50116
Austin, TX 78763
USA
Tél: (512) 255-8841

au Canada: Dave Barrett
MSE ENGINEERING SYSTEMS, LTD
265 Canarctic Driver
Downsview, Ontario
M3J 2N7
Tél: (416) 661-5646

. CANLAB
456, rue Marconi
Ste-Foy (Québec)
G1N 4A8
Tél: (418) 688-8810

(distributeur de CORNING)

. LAVAL LAB INC.
C.P. 338, Succ. Vimont
Laval (Québec)
H7M 3N9
Tél: (514) 688-5545

(distributeur de HANNA INSTRUMENTS)

. GENEQ INC.
7978, rue Jarry est
Anjou (Québec)
H1J 1H5
Tél: (514) 354-2511

(distributeur de CHEMTRIX ET HANNA INSTRUMENTS)

. LA MOTTE CHEMICAL PRODUCTS COMPANY
P.O. Box 329
Chestertown, MA 21620
USA
Tél: (301) 778-3100

Gouvernement du Québec
Ministère du Loisir,
de la Chasse et de la Pêche
**Direction de la gestion
des espèces et des habitats**

SP 1561-06-89